

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Jernej Intihar

**Analiza možnih izboljšav za sprotno spremljanje storitve  
prenosa podatkov**

DIPLOMSKO DELO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE  
STOPNJE RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

Ljubljana, 2014



UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Jernej Intihar

**Analiza možnih izboljšav za sprotno spremljanje storitve  
prenosa podatkov**

DIPLOMSKO DELO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE  
STOPNJE RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: doc. dr. Rok Rupnik

Ljubljana, 2014



To delo je ponujeno pod licenco *Creative Commons Priznanje avtorstva-Deljenje pod enakimi pogoji 2.5 Slovenija* (ali novejšo različico). To pomeni, da se tako besedilo, slike, grafi in druge sestavine dela kot tudi rezultati diplomskega dela lahko prosto distribuirajo, reproducirajo, uporabljajo, priobčujejo javnosti in predelujejo, pod pogojem, da se jasno in vidno navede avtorja in naslov tega dela in da se v primeru spremembe, preoblikovanja ali uporabe tega dela v svojem delu lahko distribuira predelava le pod licenco, ki je enaka tej. Podrobnosti licence so dostopne na spletni strani [creativecommons.si](http://creativecommons.si) ali na Inštitutu za intelektualno lastnino, Streliška 1, 1000 Ljubljana.



Izvorna koda diplomskega dela, njeni rezultati in v ta namen razvita programska oprema je ponujena pod licenco *GNU General Public License*, različica 3 (ali novejša). To pomeni, da se lahko prosto distribuira in/ali predeluje pod njenimi pogoji. Podrobnosti licence so dostopne na spletni strani <http://www.gnu.org/licenses>.

---

<sup>1</sup> V dogovoru z mentorjem lahko kandidat diplomsko delo s pripadajočo izvirno kodo izda pod katero izmed alternativnih licenc, ki ponuja določen del pravic vsem: npr. *Creative Commons* **Error! Reference source not found.** in *GNU GPL* **Error! Reference source not found.** Zgornje besedilo je opis licence, ki ga po potrebi lahko tudi prilagodite. Če se kandidat odloči, da diplomskega dela ne bo izdal pod omenjenimi licencami, je treba zgornje besedilo spremeniti v naslednje: »Rezultati diplomskega dela so intelektualna lastnina avtorja. Za objavljanje ali izkoriščanje rezultatov diplomskega dela je potrebno pisno soglasje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.« **V obeh primerih pa iz končnega besedila odstranite to opombo.**



Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Tematika naloge:

Spremljanje porabe storitve prenosa podatkov na podlagi podatkov, ki jih med obračunskim obdobjem na vpogled preko SMS sporočil daje operater, ne podaja povsem realne slike. Dejstvo je, da je za povsem zanesljivo spremljanje sprotne porabe med obračunskim obdobjem treba realizirati drugačen način spremljanja. Analizirajte različne možnosti in sisteme za spremljanje porabe storitve prenosa podatkov, ki zagotavljajo natančno sprotno merjenje porabe. Vse tehnologije in sisteme, ki bodo predmet vaše analize, tudi opišite, predstavite tudi vse rezultate, do katerih boste prišli. Med njimi opravite tudi vse smiselne primerjave.





## IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Spodaj podpisani Jernej Intihar, z vpisno številko **63070212**, sem avtor diplomskega dela z naslovom:

*Analiza možnih izboljšav za sprotno spremljanje storitve prenosa podatkov.*

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom doc. dr. Roka Rupnika;
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela;
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela na svetovnem spletu preko univerzitetnega spletnega arhiva.

V Ljubljani, dne 11. avgusta 2014

Podpis avtorja:



## **Zahvala**

Hvala vsem, ki ste mi pri izdelavi diplomskega dela kakorkoli pomagali.



# Kazalo

Povzetek

Abstract

<b>Poglavje 1</b>	<b>Uvod .....</b>	<b>1</b>
<b>Poglavje 2</b>	<b>Mobilni internet .....</b>	<b>3</b>
2.1	1G .....	4
2.2	2G .....	5
2.3	3G .....	5
2.4	4G .....	6
<b>Poglavje 3</b>	<b>Zajem porabe .....</b>	<b>7</b>
3.1	GGSN .....	7
3.1.1	Seja .....	8
3.2	Nepovezan način podajanja informacij .....	8
3.2.1	Tunelski protokol GPRS – GTP .....	9
3.2.2	Zapis obračunskih podatkov – CDR.....	9
3.2.3	Polja CDR-ja .....	10
3.2.4	Generiranje CDR-jev .....	12
3.2.5	Obdelava CDR.....	13
3.2.6	Ponorni sistem .....	13
3.3	Povezan način podajanja informacij .....	14
3.3.1	Protokol diameter .....	14
3.3.2	Sporočila protokola diameter .....	15
3.3.2.1	Glava sporočila.....	15
3.3.2.2	AVP-ji diameter sporočila.....	16
3.3.3	Ponorni sistemi .....	19
<b>Poglavje 4</b>	<b>Sistem za zaračunavanje .....</b>	<b>21</b>

4.1	Vrednotenje prometa .....	21
4.2	Zaračunavanje prometa .....	22
<b>Poglavje 5</b>	<b>Analiza problema .....</b>	<b>23</b>
5.1	Nepovezan sistem za zaračunavanje .....	24
<b>Poglavje 6</b>	<b>Analiza rešitev na trgu.....</b>	<b>25</b>
6.1	Sistem za preprečitev šoka ob visokem računu .....	25
6.1.1	Delovanje sistema za preprečitev šoka ob visokem računu .....	25
6.2	Openet Policy Manager.....	27
6.3	DigitalRoute service control .....	28
6.4	Analiza sistemov na trgu.....	28
6.4.1	Primerjava ponudnikov rešitve .....	28
6.4.2	Analiza slabosti sistemov za preprečevanje šoka ob visokem računu .....	29
<b>Poglavje 7</b>	<b>Predlog funkcionalne nadgradnje .....</b>	<b>31</b>
7.1	Tehnični opis predloga.....	31
7.2	Analiza funkcionalne izboljšave .....	32
<b>Poglavje 8</b>	<b>Zaključek .....</b>	<b>35</b>
<b>Seznam slik</b>	<b>.....</b>	<b>37</b>
<b>Seznam tabel</b>	<b>.....</b>	<b>39</b>
<b>Seznam diagramov</b>	<b>.....</b>	<b>41</b>
<b>Literatura</b>	<b>.....</b>	<b>43</b>

## Seznam uporabljenih kratic

kratica	angleško	slovensko
<b>SMS</b>	Short message service	kratko sporočilo
<b>MMS</b>	Multimedia message	multimedijsko sporočilo
<b>GPRS</b>	General packet radio service	mobilni internet
<b>IP</b>	Internet protocol	internetni protokol
<b>CDR</b>	Charging data record	zapis o porabi
<b>GGSN</b>	Gateway GPRS support node	prehodno vozlišče v jedrnem omrežju
<b>SGSN</b>	Serving GPRS Support Node	podporno vozlišče v jedrnem omrežju
<b>GSN</b>	GPRS Support Node	vozlišče v jedrnem omrežju
<b>RNC</b>	Radio Network Controller	nadzorno vozlišče v jedrnem omrežju
<b>PDP</b>	Packet data protocol	protokol za paketni promet
<b>GTP</b>	GPRS Tunneling Protocol	tunelski protokol GPRS
<b>GTPP</b>	GPRS Tunneling Protocol prime	tunelski protokol GPRS za prenos CDR-jev
<b>LTE</b>	Long term evolution	ime tehnologije mobilnega interneta
<b>PGW</b>	Packet data network Gateway	prehodno vozlišče v jedrnem omrežju
<b>UDP</b>	User Datagram Protocol	internetni protokol
<b>TCP</b>	Transmission Control Protocol	internetni protokol
<b>WAN</b>	Wide area network	omrežje s širokim območjem
<b>IMSI</b>	International mobile Subscriber Identity	internacionalna identiteta uporabnika
<b>IMEISV</b>	International Mobile Station Equipment Identity	internacionalna identiteta mobilne opreme
<b>APN</b>	Access Point Name	ime dostopne točke

<b>MSISDN</b>	Mobile Subscriber ISDN Number	mobilna številka uporabnika
<b>DNS</b>	Domain name system	sistem, ki vsebuje naslove domen
<b>AVP</b>	Attribute Value Pairs	podatkovna struktura, ki je sestavljena iz atributa in vrednosti
<b>IT</b>	Information technology	informacijske tehnologije
<b>ADSL</b>	Asymmetric digital subscriber line	asimetrična, digitalna povezava
<b>CC</b>	Credit control	upravljanje porabe
<b>CCR</b>	Credit control request	zahteva za upravljanje porabe
<b>CCA</b>	Credit control answer	odgovor za upravljanje porabe
<b>3GPP</b>	3rd Generation Partnership Project	partnerski projekt tretje generacije
<b>UL</b>	Upload	nalaganje internetnega prometa
<b>DL</b>	Download	prejemanje internetnega prometa
<b>CDF</b>	Charging data function	Sistem za kreiranje zapisov CDR



## **Povzetek**

V diplomskem delu je predstavljena funkcionalna izboljšava sistemov za spremljanje porabe mobilnega interneta v realnem času na strani mobilnega operaterja. Opisana rešitev odpravi slabost obstoječih sistemov in s tem zagotovi bolj natančen prikaz porabe mobilnega interneta.

Za uspešno implementacijo izboljšave je treba upoštevati informacije o porabi, ki so namenjene nepovezanemu sistemu za zaračunavanje. S tem zagotovimo, da ne prihaja do razlik med obema sistemoma. V delu so opisane tehnologije mobilnega interneta na trgu, način zajema informacije o porabi, sistem za zaračunavanje in sistem za prikaz porabe v realnem času. Za boljše razumevanje rešitve in potrebe po njej so zajem informacij in težave nepovezanega sistema za zaračunavanje opisani bolj podrobno.

**Ključne besede:** mobilni internet, spremljanje porabe, obveščanje



## **Abstract**

The thesis presents a functional improvement of systems for real time monitoring of mobile internet usage by the mobile operator. The proposed solution eliminates the weakness of existing systems, and thus ensures a more accurate measurement of mobile internet usage.

In order to successfully implement improvement, one needs to take into account the usage data intended for the offline billing system. This way there will not be any differences between the two systems. The thesis includes descriptions of mobile internet technologies on the market, the manner in which usage data is acquired, the billing system and the system for measuring usage in real time. In order to get a better understanding of the solution and the need for it, data acquisition and issues of the offline billing system are described in more detail.

**Key Words:** mobile internet, monitoring of usage, notification



## Poglavje 1     Uvod

Življenja brez interneta si danes ne znamo več predstavljati. Naše potrebe in želje so prerasle okvirje žičnega dostopa, saj želimo biti povezani kjer koli se v danem momentu nahajamo. V ta namen nam ponudniki mobilnih storitev poleg klicev in SMS sporočil nudijo tudi dostop do interneta s storitvijo, komercialno imenovano mobilni internet. Za razliko od njegove žične inačice, pri mobilnem internetu ne plačujemo pavšalne uporabnine, ampak na mesečni ravni zakupimo omejeno kvoto ali pa plačamo za količino, ki smo jo prenesli. S porastom uporabe mobilnega interneta se je izkazalo, da uporabniki sami težko sledijo lastni porabi storitve. Množico teh uporabnikov je ob koncu meseca presenetil nepričakovano visok račun in tako smo prišli do splošno uporabljenega termina »bill shock« ali po slovensko »šok ob visokem računu«. Zaradi težav, ki jih predstavlja način delovanja ponudnikovega sistema za zaračunavanje, so se na trgu pojavili namenski sistemi za sprotno spremljanje porabe, imenovani »bill shock prevention systems« ali sistemi za preprečevanje šoka ob visokem računu. Ker je ta sistem implementiran na strani ponudnika storitve mobilnega interneta, s tem prevzema tudi odgovornost, da bo uporabnik vedno imel dostop do porabljene količine v realnem času in da bo pravočasno obveščen o dosegu zakupljenih količin.

Namen tega diplomskega dela je bralca seznaniti z osnovami tehnologije mobilnega interneta, načini zajema informacije o porabi, predstavitev osnovnih funkcij sistema za zaračunavanje. Te informacije so ključnega pomena za razumevanje razloga, zakaj potrebujemo ločen sistem za spremljanje porabe in njegovega delovanja. Pomagajo nam tudi razumeti delovanje predlagane izboljšave obstoječih sistemov za spremljanje porabe.

Cilj diplomskega dela je raziskati možnosti izboljšave sistemov za spremljanje porabe mobilnega interneta. V preteklosti se je dostikrat izkazalo, da so nas ti sistemi razočarali in s tem povzročili nezadovoljstvo uporabnikov in slab sloves ponudnika storitev. S tem razlogom sem prišel do ideje, kako bi izboljšali kvaliteto izmerjene porabe storitve in s tem izboljšali uporabniško izkušnjo z zmanjšanjem možnosti šoka zaradi visokega računa in ohranili dobro ime ponudnika storitve ter tudi prihranili nekaj denarja tako uporabnikom kot operaterju.



## Poglavje 2 Mobilni internet

Mobilni internet ali mobilna širokopasovna povezava je opisna predstavitev brezžičnega dostopa do interneta preko mobilne naprave, kot je prenosni telefon ali prenosni modem.

Kot del standarda GSM uporablja isto omrežno infrastrukturo (celice, bazne postaje) kot ostale mobilne storitve, vendar je princip delovanja drugačen. V jedrnem delu omrežja za povezavo skrbijo ločeni elementi kot za ostale storitve, ki jih opravljamo na mobilnem telefonu.

V osnovi je tudi način obračunavanja drugačen, saj se na primer pri klicih zaračuna dolžina klica, pri kratkem sporočilu se zaračuna dogodek, pri mobilnem internetu pa se zaračuna sama poraba podatkovnega prenosa ne glede na dolžino vzpostavljene povezave.

Poznamo več različnih tehnologij, ki jih označujemo s kratico G. Kratice 1G, 2G, 3G in 4G predstavljajo posamezno »generacijo« mobilnega omrežja.



Slika 2.1: Predstava, ki jo vidimo ob ideji mobilnega interneta

### Generacija 1G:

- ni mobilnega interneta.

### Generacija 2G:

- GSM CSD 9,6 kb/s,
- CDPD < 19,2 kb/s,
- GSM GPRS 56–115 kb/s,
- GSM EDGE < 237 kb/s.

### Generacija 3G:

- UMTS W-CDMA 0,4 Mb/s,
- UMTS HSPA 14,4 Mb/s DL 5,6 Mb/s UL,
- UMTS TDD 16 Mb/s,
- CDMA2000 1xRTT 0,3 Mb/s DL 0,15 Mb/s UL,
- CDMA2000 EV-DO 2,5–4,9 Mb/s DL 0,15–1,8 Mb/s UL,
- GSM EDGE-Evolucija 1,6 Mb/s DL 0,5 Mb/s UL.

### Generacija 4G:

- HSPA+ 21–675 Mb/s DL 5,8–168 Mb/s,
- Mobilni WiMAX (802.16) 37–365 Mb/s DL 17–376 Mb/s UL,
- LTE 100–300 Mb/s DL 50–75 Mb/s UL,
- LTE-napredni pri premikanju 100 Mb/s,
- LTE-napredni pri miru do 1000 Mb/s.

Navedene hitrosti so zgolj teoretične, pri praktični rabi so dosežene hitrosti dosti manjše.

## 2.1 1G

1G je kratica za prvo generacijo brezžične mobilne tehnologije. Obravnavana je kot generacija opečnatih telefonov [5]. Predstavili so jo v 80. letih prejšnjega stoletja. Radijski valovi so bili še analogni, kar je pomenilo, da je imel uporabnik na izbiro le storitvi pošiljanja sporočil in klicanja. Največja pomanjkljivost te generacije pa so bile omejene razpoložljivosti omrežja.



## 2.2 2G

2G je kratica za drugo generacijo brezžične mobilne tehnologije. V splošno rabo je prišla leta 1991 na Finskem. Tri glavne pridobitve druge generacije so bile:

- promet je šifriran;
- boljši izkoristek dodeljenega spektra frekvenc in s tem boljša penetracija;
- vpeljava podatkovnih storitev (npr. SMS, MMS).

Glavna pridobitev druge generacije pa je digitalizacija signala, saj so zaradi tega bile možne vse prej navedene pridobitve. Naslednja pridobitev tehnologije 2G je bil sistem delno globalnega gostovanja, ki je omogočil povezljivost celotnega sveta. Po glavni izdaji druge generacije so prišle še manjše nadgradnje, ki pa niso zadosti spremenile paradigme, da bi bile samostojne generacije, zato so tudi bile poimenovane kot 2,5G in 2,75G.

S prihodom 2,5G se pojavi ločen sistem za nadzor nad paketnim prometom, t. i. paketno jedro in z njim GPRS. Mobilni telefoni so postali bolj praktični in »žepni«. Zaradi potreb po hitrejšem in zanesljivejšem prenosu so razvili protokol EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) in s tem leta 2003 ustvarili generacijo 2,75G.

## 2.3 3G

3G je kratica za tretjo generacijo mobilne telekomunikacijske tehnologije. Prvič se pojavi na Japonskem 1. oktobra leta 2001. Temelji na standardu ITM-2000, ki je definiran za mobilno telekomunikacijo in mobilne naprave.

S prihodom tretje generacije se je pasovna širina močno povečala in zaradi tega so nam postale na voljo sledeče izboljšave in storitve:

- video klic;
- video na zahtevo;
- mobilna TV;
- storitve, ki delujejo na podlagi trenutne lokacije;
- porast GPRS-a.

Izboljša se tudi varnost same povezave, saj je lahko uporabniška oprema overila omrežje, na katerega se je priklopila. S tem je uporabnik zagotovo vedel, da se priklaplja na zeleno

omrežje in ne na kakšnega imitatorja. Lahko bi tudi rekli, da je to splošen in bolj uporaben dostop do medmrežja.

Za ta preskok je bila potrebna tudi nadgradnja dostopovnega omrežja, se pravi baznih postaj in celic. Tudi tekom tretje generacije so prišle manjše nadgradnje, imenovane 3,5G in 3,75G, katerih glavna značilnost je večja pasovna širina, do nekaj 10 Mb/s.

## 2.4 4G

4G je kratica za četrto generacijo mobilne telekomunikacijske tehnologije. Prvič se pojavi v Južni Koreji leta 2006, vendar to še ni polnopravno 4G omrežje, saj ne zagotavlja hitrosti do 1 Gb/s. Leta 2008 je mednarodno telekomunikacijska unija (ITU) definirala zahteve, ki jih mora zadovoljiti standard omrežja 4G:

- mora biti osnovana na samo IP paketno preklopnem omrežju;
- najvišje hitrosti podatkov do približno 100 Mb/s za visoko mobilnost (na primer potovanje z vlakom) in do 1 Gb/s za nizko mobilnost (na primer stoječi dostop ali med vožnjo z avtomobilom);
- dinamična raba in uporaba omrežnih sredstev in možnost več hkratnih uporabnikov;
- gladko prehajanje skozi heterogena omrežja;
- stroge zahteve pri izkoriščanju frekvenčnega spektra. 15 b/s/Hz pri prejemanju in 6,75 b/s/Hz pri oddajanju prometa.

Mednarodna telekomunikacijska unija (ITU) je septembra leta 2009 prejela tehnološke predloge 4G kandidatov. V grobem so bili vsi predlogi zasnovani na dveh tehnologijah:

- LTE-napredni, standardiziran s strani 3GPP;
- 802.16 m, standardiziran s strani IEEE (tj. mobilni WiMAX).

Glavna izboljšava omrežij četrte generacije je poleg hitrosti tudi storitev, komercialno imenovana VoLTE. To je angleška kratica za klice preko omrežja LTE (Voice over LTE). V Sloveniji in tudi v večjem delu Evrope je za-enkrat še v stanju razvoja, zato glasovna komunikacija na omrežju LTE še ni na voljo. V ta namen je bila razvita storitev CSFB (circuit switched fall back), ki te ob oddanem ali prejetem klicu preklopi na starejšo tehnologijo omrežja.

## **Poglavje 3     Zajem porabe**

Zajem porabe je tehnični proces, ki je namenjen zbiranju informacij o uporabi mobilnih storitev. Zajete obračunske informacije nadaljujejo pot preko verige logičnih funkcij za obdelavo teh zapisov, katerih končni produkt je zapis o porabi ali t. i. CDR (call data record). Končane in urejene zapise se nato prenese na domeno za zaračunavanje, ki poskrbi, da se dogodek zaračuna uporabniku in/ali drugemu operaterju [1, 3].

V paketnem delu jedrnega omrežja imamo na voljo mnogo virov informacij o porabi strank, kot so GGSN, SGSN, RNC, pasivne sonde in z vseh je možno dobiti informacije o aktivnosti strank. Vendar teža informacije ni vedno enaka, zato je treba vedeti, katere informacije potrebujemo za pravilno zaračunavanje in prikaz ustvarjenega prometa. V praksi se uporablja GGSN (ali več njih), saj hrani in nadzoruje povezave vseh uporabnikov, trenutno aktivnih na omrežju. Nudi dodatne opcije, kot je razčlenitev prometa, je tudi edini omrežni element v domačem omrežju, ki ima informacije o celotni porabi tako doma kot med gostovanjem.

### **3.1     GGSN**

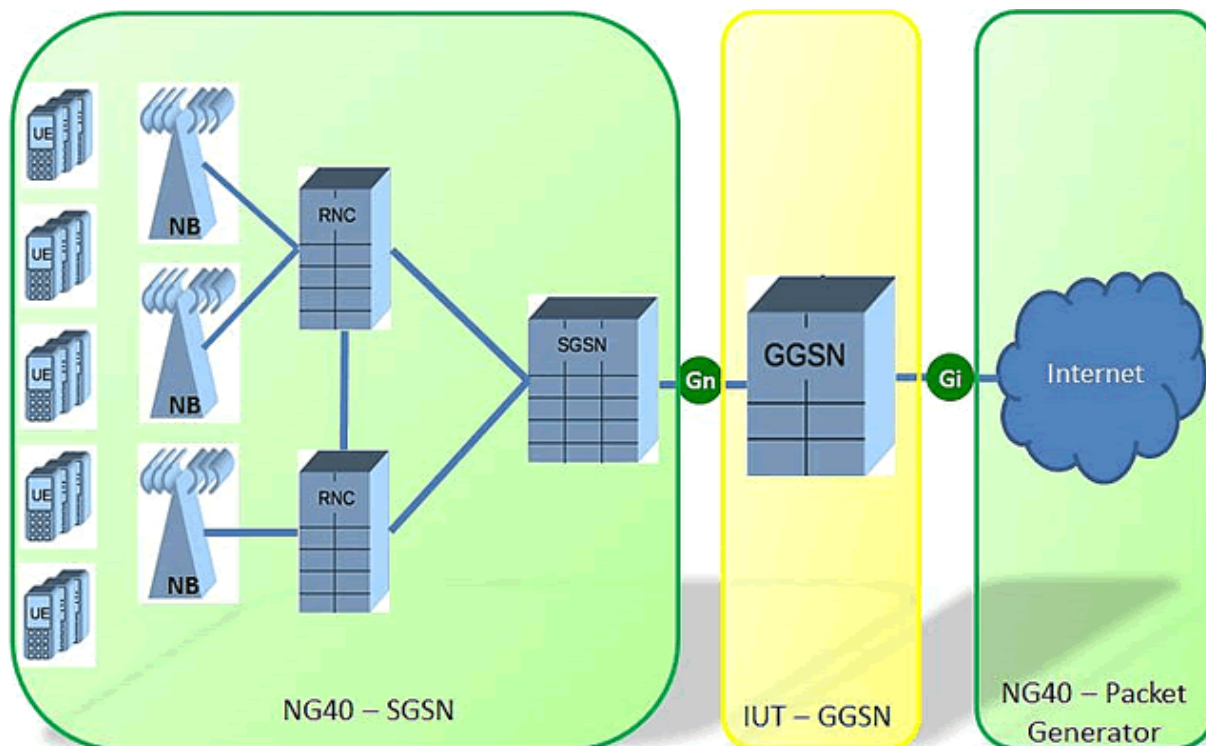
GGSN ali prehodno podporno vozlišče GPRS je eden glavnih členov omrežja GPRS. Njegova ključna naloga je prehod med omrežjem GPRS in zunanjim omrežjem, npr. internetom.

Z zunanjega vidika je GGSN usmerjevalnik podomrežja, saj skrije GPRS infrastrukturo zunanjemu omrežju. Ko dobi paket, naslovljen na določenega uporabnika znotraj omrežja GPRS, najprej preveri, ali je uporabnik aktiven, in v primeru, da je, GGSN usmeri paket na SGSN, če pa je uporabnik neaktiven, paket zavrže. Ob komunikaciji v drugo smer pa poskrbi, da je paket usmerjen na pravilno omrežje.

GGSN pretvori pakete GPRS, ki pridejo s SGSN, v pravilni format PDP (protokol za prenos podatkov) in ga pošlje naslovljenemu omrežju. Zunanje naslove PDP preslika v GSM naslove uporabnikov. Prenaslovljene pakete pošlje na SGSN. Za ta namen GGSN hrani naslov SGSN in profil vsakega aktivnega uporabnika v svojem lokacijskem registru.

GGSN je tudi odgovoren za dodeljevanje IP-naslovov, avtentikacijo uporabnikov in vsebuje vmesnik za zaračunavanje, tako online preko diametra ali offline preko GTP prima.

V omrežju LTE pa funkcijo GGSN upravlja prehod PDN (PGW).



Slika 3.1: Arhitektura omrežja

### 3.1.1 Seja

Podatki o trenutno aktivni seji, ki se hranijo v paketnem jedru, se hranijo v t. i. kontekstu PDP. Paketno podatkovni protokol kontekst je podatkovna struktura, ki vsebuje vse informacije, povezane z živo sejo uporabnika in je prisotna na obeh vozliščih GSN. Kadar hoče uporabnik vzpostaviti sejo GPRS, se mora najprej priklopiti, potem pa se ustvari kontekst PDP, ki služi uporabnikovi dostopovni točki.

Informacije, ki so zajete v kontekstu, služijo tudi za namene poročanja porabe in zaračunavanja. Posredujejo se preko vmesnikov GGSN na povezan ali nepovezan način. Povezan način uporablja vmesnika Gx ali Gy, ki uporabljata diameter protokol. Za nepovezano poročanje pa uporablja protokol GTP.

## 3.2 Nepovezan način podajanja informacij

Nepovezan (angl. Offline) način podajanja informacij je način, kjer informacija o porabi nima direktnega vpliva na trenutno vzpostavljeno povezavo. Razlog za to je dejstvo, da se

informacija generira, potem ko je bil promet že opravljen. Rezultat tega načina podajanja informacij je CDR, ki se naknadno pošlje na sistem za zaračunavanje.

### 3.2.1 Tunelski protokol GPRS – GTP

Tunelski protokol GPRS je narejen na osnovi internetnega protokola (IP), ki se uporablja za prenašanje paketov GPRS znotraj naslednjih omrežij:

- Global System For Mobile Communications (GSM),
- Universal Mobile Telecommunications System (UMTS),
- Long Term Evolution (LTE).

GTP omogoča, da se lahko uporabniki GSM med uporabljanjem mobilnega interneta tudi premikajo. GTP je protokol, ki deluje tako na TCP kot UDP.

GTP se deli na tri kategorije:

- GTP-C se uporablja samo v jedrnem omrežju za prenašanje podatkov in signalov;
- GTP-U se uporablja za prenos signalov med jedrnim in radijskim omrežjem;
- GTP-Prime se uporablja za prenos podatkov za zaračunavanje do prehoda za zaračunavanje.

GTPP (GTP prime), ki je ena možna implementacija protokola GTP, skrbi za prenos ustvarjenih CDR-jev med GGSN-jem in sistemom mediacije. Glavna prednost, ki jo ima pred drugimi oblikami prenosa, kot sta na primer SCP ali FTP, je dejstvo, da CDR-je prenese takoj, ko se ustvarijo.

### 3.2.2 Zapis obračunskih podatkov – CDR

CDR ali zapis obračunskih podatkov je formatirana zbirka informacij o zapisih za zaračunavanje (npr. čas klica, trajanje klica, količina prenesenih podatkov itd.), za uporabo pri zaračunavanju in obračunu. Za vsako storitev ali dogodek, ki ga stranka opravi in ga je treba zaračunati uporabniku, se ustvari najmanj en zapis. Število zapisov za en dogodek pa je odvisno od trajanja le-tega. V primeru klica, kratkega sporočila (SMS) ali pa multimedijskega

sporočila (MMS) se generalno ustvari le en zapis. Pri podatkovnih storitvah in telefoniji IP pa se praviloma ustvari več t. i. delnih zapisov, ki skupaj tvorijo neko smiselno celoto. Razlogi za ustvarjanje delnih zapisov so navedeni v nadaljevanju diplomskega dela.

### 3.2.3 Polja CDR-ja

Zgled paketa CDR je v glavnem pogojen s 3GPP standardom, na podlagi katerega je osnovan. V Tabeli 3.1 je splošen primer CDR-ja, kreiranega na vozlišču GGSN.

Polje	Opis
Record Type	Vrsta zapisa.
Served IMSI	IMSI uporabnikove sim kartice.
Served IMEISV	IMEI uporabnikovega aparata.
p-GWAddress	IP-naslov GGSN/PGW-ja, ki nadzira sejo.
Charging ID	Identifikator seje.
Serving Node Address	IP-naslov SGSN-ja, skozi katerega poteka ta seja
Access Point Name Network Identifier	Ime dostopne točke.
pdpPDNType	Tip seje.
Served PDPPDN Address	IP-naslov, ki ga dobi uporabnik za to sejo.
Dynamic Address Flag	Zastavica, ki nam pove, ali je IP uporabnika dinamičen ali statičen tekom te seje.
List of Service Data	Vsebuje vse podatke o porabi uporabnika, pogojih, ki so se spremenili tekom seje, in o vrsti prometa, ki ga je uporabnik ustvaril.

Polje	Opis
Record Opening Time	Časovna oznaka začetka seje ali začetka novega delnega CDR-ja.
MS Time Zone	Časovni pas, v katerem se uporabnik trenutno nahaja.
Duration	Čas trajanja tega zapisa.
Cause for Record Closing	Razlog za kreiranje tega zapisa.
Record Sequence Number	Zaporedna številka tega zapisa znotraj seje.
Local Record Sequence Number	Zaporedna številka zapisov, ki so bili generirani na tem vozlišču.
APN Selection Mode	Pokazatelj izbire APN-ja.
Served MSISDN	Mobilna številka uporabnika, ki je opravil ta promet.
User Location Information	Podatki o točni lokaciji uporabnika. Ti predstavljajo omrežje in celico, na katero je bil uporabnik povezan v času opravljanja prometa.
Charging Characteristics	Značilnosti zaračunavanja te seje.
Charging Characteristics Selection Mode	Način izbire značilnosti zaračunavanja te seje.
Serving Node Type	Vrsta servirnega vozlišča.
Served MNNAI	Oznaka uporabnika, ki je sestavljena iz IMSI-ja in oznake operaterja.
p-GWPLMN Identifier	Identifikator omrežja, kjer se nahaja GGSN. Po navadi se tu notri nahaja označba domačega omrežja v obliki MCC in MNC.
startTime	Informacija o začetku seje.
pDNConnectionID	CAMEL informacije, vezane na to sejo.

Polje	Opis
RAT Type	Vrsta tehnologije, na kateri je trenutna seja vzpostavljena, npr. 2G, 3G ...
Serving Node PLMN Identifier	Identifikator omrežja, kjer se uporabnik nahaja, v oblikah MCC in MNC.

Tabela 3.1: Polja paketa CDR

### 3.2.4 Generiranje CDR-jev

Če bi se zapis o opravljenem prometu kreiral le na koncu seje, bi prišli do velikih zapletov. Izgubili bi veliko potencialno pomembnih informacij, kot sta sprememba lokacije in sprememba tehnologije, glavno težavo pa bi povzročil sistem za zaračunavanje, saj bi lahko ob vzpostavitvi večdnevne seje najverjetneje preskočili trenutni mesečni cikel in porabili vse kvote naslednjega meseca, čeprav bi bila večina prometa opravljenega v prejšnjem.

Na našo srečo GGSN ne ustvari samo enega zapisa za celotno sejo, vendar to opravi po kosih, t. i. delni CDR-ji, ki so označeni z zaporedno številko in predstavljajo točno določen del celotne seje. V ta namen so na GGSN-ju implementirali dve opciji kreiranja CDR-ja. Zaključek celotnega CDR-ja, to se zgodi ob zaključku seje, in zaključek delnega CDR-ja, ki ima več opcij za zaključek, in sicer:

- doseg podatkovnega limita;
- doseg časovnega limita;
- doseg števila sprememb pogojev za zaračunavanje;
- sprememba časovnega pasu;
- sprememba servirnega vozlišča (SGSN),
- sprememba tehnologije dostopa.

Za kreiranje CDR-jev skrbi funkcija CDF (charging data function), ki se nahaja znotraj domene GGSN-a. Ta funkcija ustvari paket CDR na podlagi porabe sredstev, ki so zabeležena v PDP kontekstu. Končan zapis se nato preko vrat GTPP posreduje v domeno mediacije.



### 3.2.5 Obdelava CDR

Zapisi, ki jih ustvari jedrno omrežje, vsebujejo splošen opis uporabljene storitve in niso prilagojeni za specifične potrebe ponornih sistemov. Zato je na mesto med jedrnim omrežjem in sistemom za zaračunavanje umeščen samostojen sistem, imenovan mediacija. Ta skrbi za fino obdelavo zapisov, kot so filtriranje, združevanje, obogatitev, prilagoditev, in pravilno distribucijo zapisov.

Zapisi, ki nimajo vrednosti, da bi jih zaračunali uporabniku, se filtrirajo ven in ne dosežejo končnega cilja. Primeri takšnih zapisov:

- promet predplačniških uporabnikov;
- zapisi o zahtevah, ki jih ne želimo zaračunati stranki. Primer tega je promet, ki se ustvari z zahtevami DNS;
- nepopolni zapisi o opravljenem prometu.

Na strani jedrnega omrežja se za eno sejo uporabnika ustvari od 3 do 100 zapisov na uro. Če bi vsak tak delni zapis prišel do ponornega sistema, bi to povzročilo hudo obremenitev le-teh. V ta namen se ti zapisi združijo skupaj, da tvorijo neko smiselno celoto. To lahko predstavlja celotno sejo ali pa tudi dnevno stanje ustvarjenega prometa, odvisno od poslovne zahteve.

V primeru, da katere informacije, ki so potrebne za uspešno zaračunano storitev, manjkajo, sistem poskrbi za njihovo dopolnitev. To je lahko iskanje informacij iz dodatnih virov, kot so podatkovne baze.

Tako kot se ponorni sistemi razlikujejo po funkciji, ki jo opravljajo, tako se tudi zahteve o sestavi samega zapisa razlikujejo med tem sistemi. V tem primeru mediacija poskrbi, da so zapisi v pravilni obliki in da vsebujejo ustrezne podatke za določen ponorni sistem.

Ko so zapisi pripravljeni, so na koncu še pravočasno distribuirani na končne cilje.

### 3.2.6 Ponorni sistem

Ponorni sistemi so aplikacije, ki zapise na smiseln način uporabijo. To je lahko zaračunavanje storitev uporabnikom ali drugim operaterjem, vodenje evidence prometa in/ali tržne analize. To so sistem za zaračunavanje strankam, sistem za medoperatersko zaračunavanje, komercialna baza prometa strank, sistem za tržne analize ...

### 3.3 Povezan način podajanja informacij

Povezan (angl. online) način podajanja informacij je način, kjer ima informacija o porabi direkten vpliv na trenutno vzpostavljeno povezavo. Za pravilno delovanje vzpostavljene seje je potrebna tudi neposredna interakcija z zunanjim sistemom, ki upravlja nadzor nad sejo. Da je ta nadzor možen, mora GGSN dobiti dovoljenje zunanjega sistema, drugače je promet blokiran. Komunikacija poteka preko protokola diameter.

#### 3.3.1 Protokol diameter

Temeljni protokol diameter je namenjen, da zagotovi ogrodje za overovitev, avtorizacijo in zaračunavanje za aplikacije, namenjene dostopu do omrežja ali IP-mobilnost tako v domačem omrežju kot med gostovanjem.

Definiran je bil kot naslednik protokola RADIUS. Samo ime protokola izhaja iz matematične šale, saj je diameter dvokratnik radija (radius).

Zmožnosti, ki jih nudi osnovni diameter protokol:

- zmožnost izmenjave sporočil preko t. i. AVP-jev;
- pogajanje o zmožnostih;
- obveščanje o napakah;
- razširljivost z dodajanjem novih aplikacij, komand in AVP-jev;
- podporo aplikacijam za opravljanje sej in zaračunavanja.

Vsi podatki, preneseni preko diametra, so v AVP obliki. Nekateri AVP-ji v sporočilu so namenjeni pravilnemu delovanju samega protokola, preostali pa prenašajo podatke, vezane na aplikacijo. Za sporočilo se lahko poljubno definirajo novi AVP-ji. Edina omejitev je, da se držijo formata ukaznih oznak (command code format). S pomočjo AVP-jev diameter podpira naslednje zahtevane lastnosti (feature):

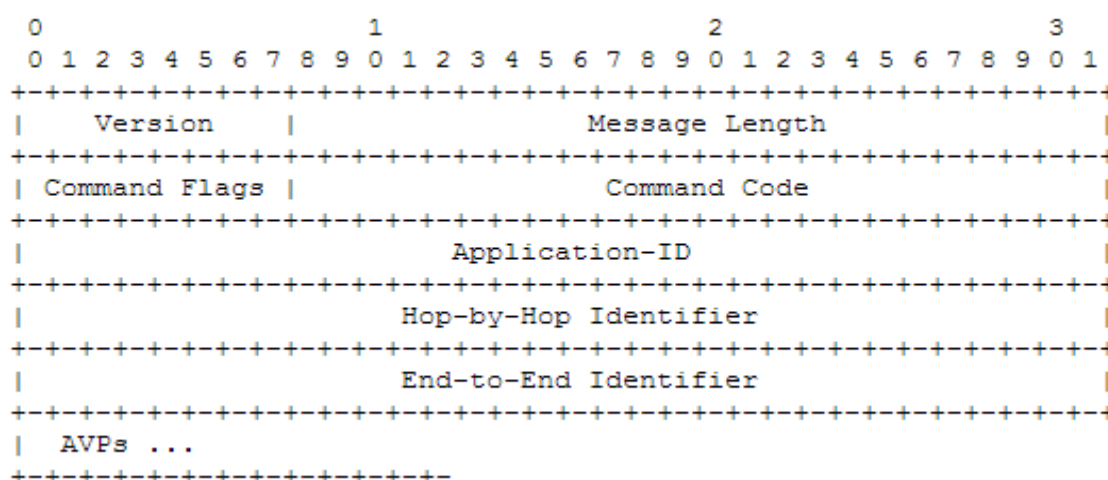
- transport overitvenih podatkov, z namenom, da diameter strežnik overi uporabnika;
- transport pooblastilnih podatkov, vezanih na določeno storitev med strežnikom in odjemalcem;
- izmenjava informacij o porabi sredstev, katere se lahko uporabi za zaračunavanje, planiranje kapacitet ipd.;
- usmerjanje, preusmerjanje, posredovanje, zastopništvo diameter sporočil.

Osnovni diameter protokol zadošča minimalnim zahtevam za AAA protokol, kot je to specificirano v RFC2989. Samostojen se lahko uporablja le za zaračunavanje prometa ali za urejanje dostopa do omrežja. Z dodajanjem novih komand in/ali AVP-jev je možno doseči tudi drugačne primere uporabe.

### 3.3.2 Sporočila protokola diameter

V tem poglavju je opisana sestava sporočil, ki si jih izmenjujejo aplikacije, ki uporabljajo protokol diameter. Na kratko je predstavljena glava sporočila in njeni sestavni deli, imenovani AVP. Predstavljen je tudi ukaz, ki se uporablja pri spremljanju in nadzoru porabe v mobilni industriji, imenovan »Credit control«.

#### 3.3.2.1 Glava sporočila



Slika 1.2: Opis glave sporočila diameter

V glavi se nahajajo podatki, ki so pomembni za potek sporočil in praviloma ne služijo sami aplikaciji. Glava je sestavljena iz naslednjih podatkov:

- verzija diametra,
- dolžina sporočila,
- ukazna zastavica,
- šifra ukaza,

- identifikator aplikacije,
- identifikator skokov,
- identifikator koncev.

Najpomembnejši del glave sporočila je šifra ukaza, saj iz tega vemo, za kakšen tip sporočila gre. Ukazi se v osnovi delijo na zahtevo in odgovor. Poznamo 7 osnovnih ukaznih zahtev in odgovore nanje:

- Abort session,
- Accounting,
- Capabilities exchange,
- Device watchdog,
- Disconnect peer,
- Re authorisation,
- Session termination.

Vsak ukaz ima pripadajoč format, v katerem so definirani AVP-ji, ki pripadajo temu ukazu.

### **3.3.2.2      *AVP-ji diameter sporočila***

AVP-ji so ključni del komunikacije preko protokola diameter, saj se preko njih opravlja overitev, računovodstvo, dovoljenje in usmerjanje.

Tako kot ima glava diameter sporočila statično sestavo, jo ima tudi glava AVP polja. Sestavljena je iz šifre AVP-ja, zastavic AVP-ja, dolžine in identifikatorja dobavitelja. Preostali del so podatki, ki jih nosi AVP.



Polje	Opis
CC-Sub-Session-Id	Identifikator podseje, v primeru, da je seja zajeta v skupek sej.
Acct-Multi-Session-Id	Identifikator vseh sej, vezanih na določeno stranko.
Origin-State-Id	Identifikator stanja izvora.
Event-Timestamp	Čas dogodka.
Subscription-Id	Identifikator uporabnika te seje.
Service-Identifier	Identifikator storitve.
Termination-Cause	Razlog za prekinitev seje.
Requested-Service-Unit	Zahtevana količina storitev.
Requested-Action	Vrsta akcije, ki naj jo ponorni sistem izvede.
Used-Service-Unit	Porabljena količina storitev.
Multiple-Services-Indicator	Indikator, ali je Multiple-Services-Credit_control prisoten.
Multiple-Services-Credit-Control	Polje je namenjeno zahtevam in informacijam o porabi.
Service-Parameter-Info	Informacija o vrsti porabe, namenjena funkciji zaračunavanja.
CC-Correlation-Id	Identifikator seje med posameznimi komponentami storitve.
User-Equipment-Info	Identifikator opreme uporabnika, IMEISV, MAC ...
Proxy-Info	Informacije o posredovalcu.
Route-Record	Zastavica, ki predstavlja, ali se more sporočilo posredovati.

Polje	Opis
AVP	Prazno polje.

Tabela 3.2: Opis sporočila diameter

### 3.3.3 Ponorni sistemi

Ponorni sistemi povezanega načina podajanja informacij so najpogostejše števci prometa v realnem času. Ti skrbijo za prikaz prometa in opozarjanje uporabnikov, ko porabijo vse pred-zakupljene količine. Ti sistemi skrbijo tudi za upočasnjevanje ali blokiranje prometa uporabniku, če poslovna zahteva tako določa.





## **Poglavje 4      Sistem za zaračunavanje**

Sistem za zaračunavanje je aplikacija, ki je namenjena podpori procesa zaračunavanju storitev uporabnikom in je ena glavnih aplikacij mobilnega operaterja [3]. Sestavljena je iz mnogih procesov, ki skrbijo za:

- zajem obdelanih CDR-jev;
- ovrednotenje CDR-jev;
- pripravo računov za uporabnike;
- obravnavo opravljenih plačil in dolgov.

Za podporo teh procesov sistem sestavlja tudi zelo zapletena podatkovna baza, ki hrani tekoče in stare podatke o uporabnikih, definicijo vseh storitev, ki so v uporabi, pravila za ravnanje s temi storitvami v odvisnosti od drugih storitev ali CDR-jev ...

Poleg urejanja monetarnih uporabniških zadev skrbi tudi za vsa medoperaterska zaračunavanja in pripravo ovrednotenih zapisov in podatkov o uporabnikih za tržne analize. Posledično je to najbolj tog sistem, ki ga ima mobilni operater v svoji arhitekturi IT.

### **4.1    Vrednotenje prometa**

Vrednotenje prometa je proces določanja cene posameznih dogodkov, ki jih uporabniki opravijo. Pri mobilnem internetu bi to pomenilo, če imamo ceno 10 centov na 1 MB in uporabnik med brskanjem ustvari 10 MB prometa, bo tak dogodek ovrednoten na 1 evro in se tudi zaračunal uporabniku na naslednjem računu. V primeru, ko pa ima uporabnik vnaprej zakupljene enote, pa bi se tak dogodek odštel od količine zakupljenih enot. Kot primer lahko vzamemo uporabnika, ki ima zakupljenih 100 MB na mesec. Ko porabi 10 MB, se bo ta količina le odštela od zakupljene vsote in se ne bo dodatno zaračunala. Informacije o teh dogodkih prejme v obliki CDR-ja.

Glavne funkcije procesa za vrednotenje prometa so:

- sprejem pripravljenih CDR-jev s strani mediacije;
- potrditev pravilnosti CDR-jev in odstranitev podvojenih zapisov;

- povezovanje zapisa z uporabnikovim računom, kateremu se bo ta dogodek zaračunal. Za določanje računa se praviloma uporabi polje mobilne številke ali IMSI-ja. Če sistem ne najde računa, kamor bi lahko uvrstil ta dogodek, se dogodek zavrne;
- določitev cene dogodka: ta je lahko denarna ali pa v smislu porabljenih enot;
- dodatek popustov, če so ti prisotni, na sam dogodek, ki ga je uporabnik ustvaril;
- shranitev ovrednotenega zapisa z namenom zaračunavanja uporabniku.
- 

## 4.2 Zaračunavanje prometa

Ko sistem za vrednotenje opravi svojo nalogo, stopi na delo sistem za zaračunavanje opravljenega prometa. Ta sistem je agregacija vseh enkratnih in ponavljajočih se računskih dogodkov, vezanih na uporabnika. Vsebuje tudi vse informacije o neporavnanih računih in popustih, ki jih uporabnik ima. Produkt sistema za zaračunavanje prometa so označeni računski podatki, ki se jih uporabi za pripravo računa uporabniku. Ko je treba pripraviti zapise za izgradnjo računa, sistem zbere in pripravi naslednje podatke, ki pripadajo zadnji periodi:

- vse ovrednotene zapise;
- vse ponavljajoče se storitve, na katere je uporabnik naročen;
- seštevek neporavnanih zapadlih računov;
- seštevek že opravljenih plačil;
- vse prilagoditve storitev, ki pripadajo uporabniku;
- vse popuste, ki jih je stranka prejela;
- pripravi tudi davčne stopnje glede na storitve, ki so na računu;
- ostale parametre, ki so potrebni za pravilno izgradnjo računa.

Ko so podatki pripravljeni, se iz njih ustvari končen račun, ki se posreduje uporabniku.

## Poglavje 5     Analiza problema

Na področju mobilne komunikacije je v zadnjih letih prišlo do ogromnih napredkov in spremembe fokusa uporabnikov. Še ne toliko let nazaj so bila naša pričakovanja od mobilnih naprav mobilnost in dosegljivost, kjerkoli se v danem momentu nahajamo. Od mobilnega telefona tako rekoč nismo pričakovali prav veliko v primerjavi z današnjim dnem. Hoteli smo imeti možnost, da lahko opravimo klic in pošljemo kratko sporočilo. Bolj napredni uporabniki so občasno prebrali kakšno elektronsko sporočilo ali pa mogoče preverili vremensko napoved. Ko pa so pred nekaj leti na trg masovno začeli prihajati pametni telefoni, so se naše potrebe skoraj čez noč spremenile. Klici in sporočila SMS so postali samoumevni in niso bili več dovolj. Pokazala se je vse večja potreba po mobilnem internetu. Povezava v svetovni splet, kjerkoli se nahajamo, je postala skoraj glavna zahteva uporabnikov in z razvojem 3G tehnologije tudi uporabna. Tako smo prišli v čas, ko nič več namensko ne vklopljamo mobilnega interneta na telefonu, da bi preverili vreme ali prebrali elektronska sporočila, ampak je povezava stalno vklopljena. Za to so po eni strani odgovorni tudi proizvajalci mobilne opreme, saj so pri novejših telefonih marsikatero funkcije odvisne od vklopljene internetne povezave. Prišli smo do te točke, da smo ob sklenitvi naročniškega paketa skoraj popolnoma osredotočeni na količino prenosa, kvaliteto in hitrost storitve mobilnega interneta. Seveda s tem ni nič narobe, saj hočemo svojo mobilno napravo izkoristiti, kolikor nam dopušča, vendar težava nastane na strani ponudnika, bolj točno na sistemu za zaračunavanje.

Sistem za zaračunavanje je glavni vir prihodkov v družbi in s tem nosi ogromno odgovornost do družbe in uporabnikov, saj tako uporabniki kot operater želimo, da so opravljene storitve pravilno zaračunane. Z leti so ti sistemi postali vse kompleksnejši in posledično okorni za spremembe. Glavna težava teh sistemov je dejstvo, da večina deluje nepovezano, kar pomeni, da ne dobijo informacij v realnem času. To ne povzroča skoraj nobenih težav pri storitvah, kot so klici in kratka sporočila. Pred razvojem 3G tehnologije in prihodom pametnih telefonov tudi nismo občutili teh težav, saj nismo imeli želje po takšni uporabi, ker nam tega ni dopuščala hitrost. Danes si pa operaterji ne morejo privoščiti, da informacije o porabi podajajo z zamudo, saj hočemo pri naši porabi vedeti točno količino, ki jo še imamo na voljo za brskanje po spletu.

## 5.1 Nepovezan sistem za zaračunavanje

Razlog, zakaj je nepovezan sistem za zaračunavanje problem, je razviden že v imenu NEPOVEZAN. Nikoli nima informacije o porabljenih storitvah v realnem času. Če preverimo že samo pot, ki jo opravi informacija v obliki CDR-ja, si lahko mislimo, da se to ne zgodi v trenutku. Dejstvo, da CDR nastane, ko je bila storitev že opravljena, ustvari težavo pri nadzoru porabe. Potem pa tu prištejemo še čas, ki ga porabi sistem mediacije in sistem za vrednotenje in dobimo veliko zamudo. Najbolje, da to preverimo na primeru. Vzemimo uporabnika, ki ima zakupljenih 500 MB mobilnega interneta. Ob 12.00 vzpostavi povezavo do mobilnega interneta in začne spremljati nogometno tekmo na svoji tablici. Med spremljanjem tekme preseže zakupljeno količino mobilnega interneta za približno 100 MB. Šele ko uporabnik ugasne svojo tablico po ogledu tekme, dobi sistem za zaračunavanje zapis o porabljeni količini. Tudi če v tem trenutku opozorimo uporabnika o tem, da je porabil vse zakupljene količine, je že prepozno. Ta pojav se v mobilni industriji imenuje »šok ob visokem računu« ali angleško »bill shock«. Do tega pojava pride, ker ne vemo, koliko mobilnega interneta smo porabili znotraj ene seje, saj ni nobene korelacije med dolžino seje in količino porabljenega interneta, pri klicih pa točno vemo, koliko časa je trajal klic.

Problem, katerega sem se lotil v tem diplomskem delu, je analizirati rešitve problema pravilnega prikaza porabe mobilnega interneta in izboljšati točnost prešteti količin teh sistemov. Tu predpostavljam, da ima mobilni operater nepovezan sistem za zaračunavanje, ki ima hude omejitve pri prikazu porabe v realnem času. Za rešitev je potrebna analiza zajema informacij trenutnih sistemov, saj lahko, s strani jedrnega omrežja informacijo prejmemo na dva različna načina.

## **Poglavje 6      Analiza rešitev na trgu**

Za rešitev težave pravilnega prikaza mobilnega interneta se je na trgu pojavilo kar nekaj aplikacij, ki naj bi nudile to storitev. Med drugim naj bi s tem tudi odpravili možnost šoka ob visokem računu. Seveda nudijo te aplikacije tudi druge funkcionalnosti, vendar je fokus tega diplomskega dela izključno na pravilnosti prikaza porabe, zato se bom posvetil temu delu, saj če je že sam prikaz napačen, nam dodatne storitve ne pomagajo prav veliko.

### **6.1      Sistem za preprečitev šoka ob visokem računu**

»Bill shock« ali šok ob visokem računu je izraz, ki se je v zadnjih letih uveljavil v mobilni industriji. Do pojava pride, ko uporabnika negativno preseneti zelo visok račun. Ko govorimo o visokem računu, mislimo o višini nad 100 evrov in tja do nekaj 1000 evrov. V preteklosti je do tega prihajalo predvsem zaradi uporabe mobilnega interneta (in tudi ostalih storitev) med gostovanjem. Z razvojem tehnologije mobilnega interneta pa je to postal tudi pojav v domačem omrežju.

#### **6.1.1      Delovanje sistema za preprečitev šoka ob visokem računu**

Sistem za preprečitev šoka ob visokem računu poskrbi, da uporabnika ne preseneti visok račun zaradi brezbrizne uporabe mobilnega interneta doma ali med gostovanjem. To naredi z opozorilom uporabnika, preko sporočila SMS, ko se količina porabljenega mobilnega interneta približuje zakupljeni limiti. Da je takšno spremljanje mogoče, mora sistem delovati v povezanem načinu, kar pomeni, da je povezava vzpostavljena neposredno na GGSN vmesnik preko protokola diameter. Odvisno od implementacije je to lahko vmesnik Gx ali Gy. Samo dejstvo, da delujejo na povezan način, ne zadostuje. Te aplikacije so nastavljene tako, da delujejo po sistemu vprašaj – dovoli. V praksi to pomeni, da GGSN tekom uporabnikove seje stalno sprašuje, ali lahko uporabnik še naprej uporablja storitev ali ga je treba opozoriti, vstaviti ali omejiti. Primer osnovne komunikacije med sistemoma je predstavljen na Diagramu 6.1. Če ima uporabnik na voljo neporabljene kvote mobilnega interneta, potem sistem odgovori z dovoljeno novo kvoto. V primeru, ko pa uporabnik porabi vse zakupljene kvote, lahko sistem ustavi promet s tem, da ne dovoli novih kvot ali pa

zagotovi sveže kvote z dodanim pravilom o hitrosti ali omejeni storitvi (dovoli samo spletna mesta, kjer je promet zastoj). Praviloma se ob takšnem dogodku uporabniku pošlje tudi opozorilno sporočilo SMS.

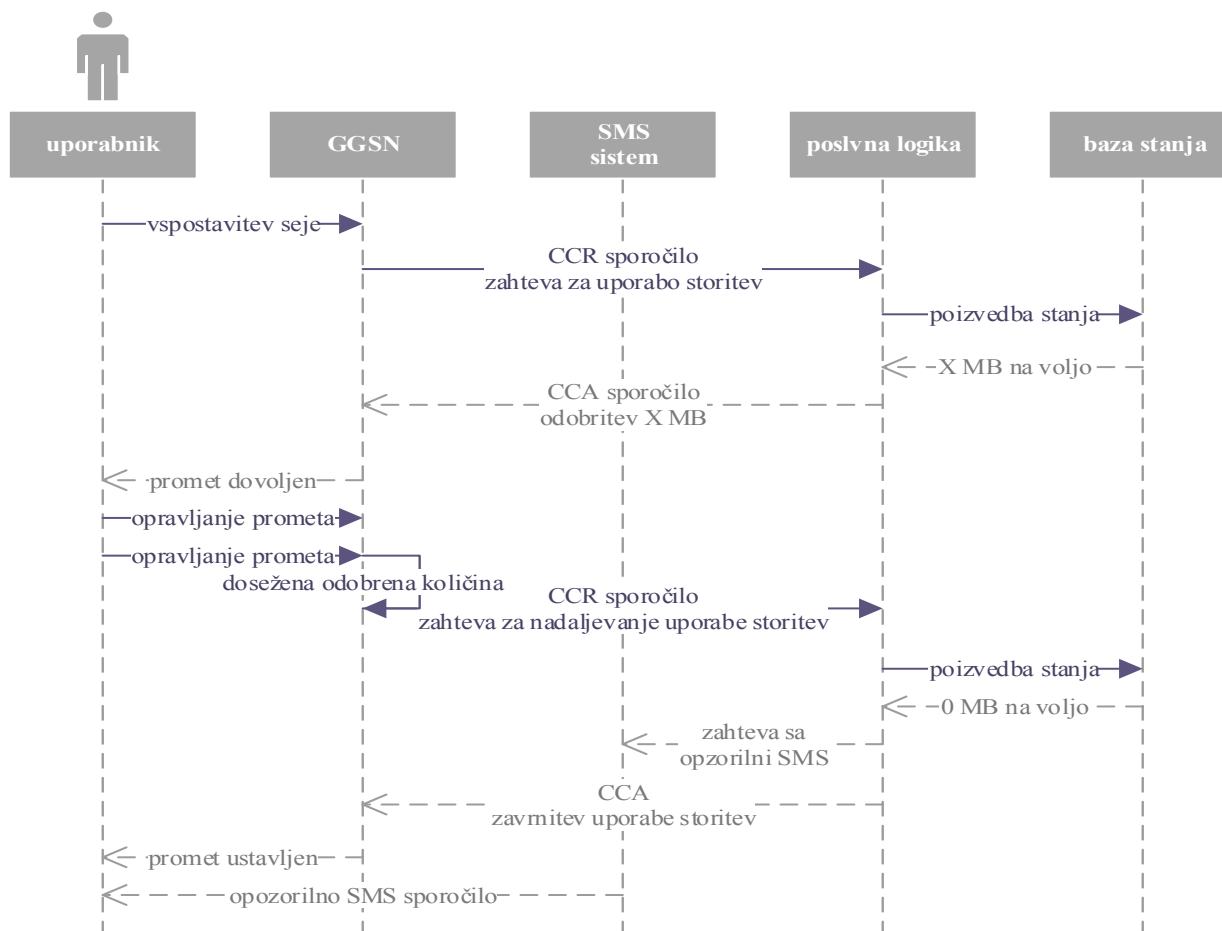


Diagram 6.1: Primer komunikacije ob seji mobilnega interneta

Na Diagramu 6.2 je predstavljena poslovna logika sistema za preprečevanje šoka ob visokem računu. Predstavljena je v osnovni obliki, saj je točno delovanje poslovna skrivnost, vendar osnovni princip deluje tako, kot je predstavljeno na diagramu.

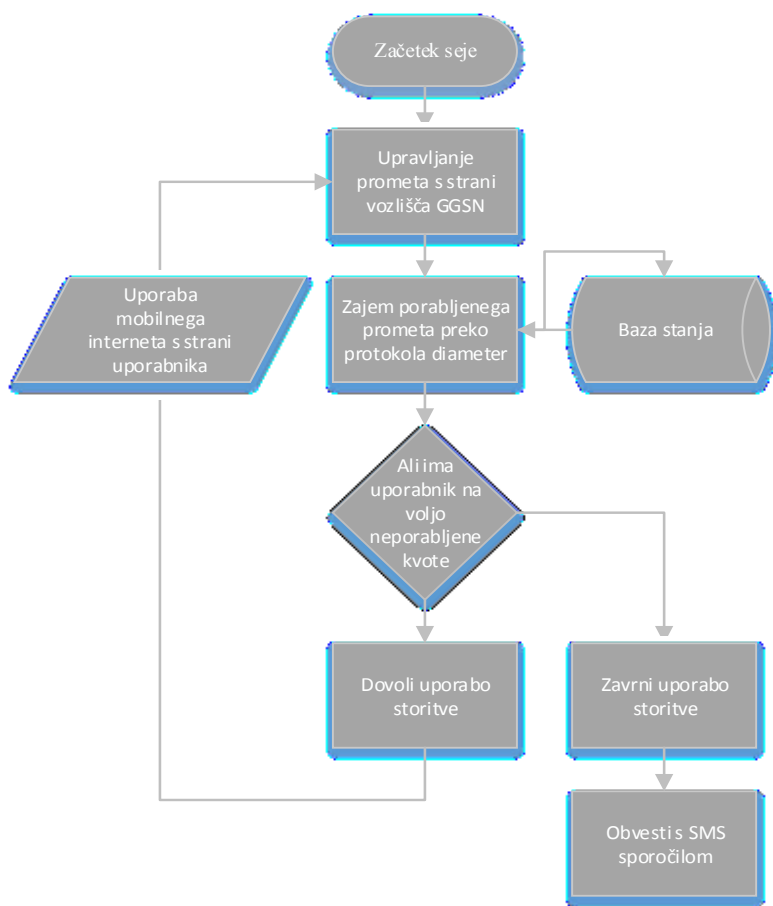


Diagram 6.2: Prikaz poslovne logike trenutnih sistemov

## 6.2 Openet Policy Manager

Družba Openet je bila ustanovljena leta 1999 s sedežem v Dublinu, kot ponudnik rešitev na področju mediacije [6]. Danes ponujajo paleto rešitev na področju zaračunavanja, vrednotenja, mediacije in nadzora prometa. Njihova rešitev, ki med drugim vključuje tudi sistem za preprečitev šoka ob visokem računu, je Policy Manager. Nastala je kot nadgradnja osnovnega sistema za nadzor porabe uporabnikov. Današnja inačica zna poleg nadzora porabe tudi dinamično spreminjati:

- politiko povezave uporabnika;
- kvaliteto storitve na nivoju jedrnega omrežja;
- meje za obveščanje o procentualni porabi.

Sistem je izdelan po naročilu operaterja in zajet v samostojno aplikacijo.

### 6.3 DigitalRoute service control

Družba DigitalRoute je bila ustanovljena leta 2000 v Stockholmu [2]. Začeli so s ponujanjem rešitve na področju računske mediacije v obliki aplikacije MediationZone. Ta aplikacija je z leti prerasla v procesno platformo, na kateri je možno izgraditi procese, ki delujejo na povezan ali nepovezan način. Nudijo tako rešitve računske mediacije kot nadzora živega prometa. Njihova glavna prednost je, da so vse njihove rešitve implementirane na eni platformi. To pomeni, da je vse njihove rešitve mogoče prilagajati in prepletati z znanjem skriptnega jezika, ki ga uporablja. So tudi podpornik dejstva, da uporabniki aplikacije sami prilagajo in spreminjajo procese, če je to v njihovih zmožnostih, saj s tem hitreje pridejo do izboljšav in novih idej. Razlog, zakaj je to mogoče, je dejstvo, da je osnovna aplikacija neke vrste slikarsko platno s paleto gradnikov, ki nudijo raznovrstne zmožnosti od gradnikov za manipulacijo podatkov do povezovalnih gradnikov. Eden izmed pred-oblikovanih takšnih procesov je service control. Rešitev je konkurenčna Openetovemu Policy Managerju, kar pomeni, da nudi enake storitve, kot smo jih našli. Tako kot Openetova rešitev, service control deluje v primeru mobilnega interneta, izključno v povezanem načinu.

### 6.4 Analiza sistemov na trgu

Pri analizi sistemov na trgu sem se osredotočil na dve zadevi. Prva je primerjava samih rešitev na podlagi možnosti prilagoditve in uporabnosti sistema, na kateri bi bila nadgradnja najlažje implementirana. Drugi del pa predstavlja analizo slabosti obstoječih sistemov, ki si jo delita oba predstavljeni sistema za preprečevanje šoka ob visokem računu. Kot slabost vidim povezan način zajema informacij o porabi, ki je pri obeh sistemih implementiran na več ali manj enak način, saj je zasnovan na podlagi sposobnosti vozlišča GGSN.

#### 6.4.1 Primerjava ponudnikov rešitve

Primerjati dve obstoječi rešitvi na podlagi zapisanih karakteristik, katere so enostransko podane s strani razvijalca, ne nudi kvalitetne predstave, kaj je pri katerem boljše in kaj slabše. Zato bom primerjavo naredil na podlagi izkušenj pri delu z obema rešitvama. Kriterije sem postavil tako, da zadoščajo potrebam za funkcionalno nadgradnjo.



	MediationZone service control	Openet Policy manager
Integrirana podpora sistema za preprečevanje šoka ob visokem računu	DA	DA
Integrirana podpora protokola diameter in CDR-jev	DA	DA
Samostojna rešitev	NE	DA
Horizontalna arhitektura aplikacije	DA	NE
Možnost samostojnega prilagajanja aplikacije	DA	NE

Tabela 6.1: Primerjava zahtev za funkcionalno nadgradnjo

V Tabeli 6.1 je razvidno, da obe aplikaciji zadoščata osnovnima zahtevama za implementacijo predlagane nadgradnje. Obe rešitvi imata integrirano podporo za preprečevanje šoka ob visokem računu in možnost zajema informacij preko diametra in CDR-jev. Razlike se začnejo, ko analiziramo možnosti implementacije. Service control je paket znotraj večje aplikacije, ki horizontalno pokriva sloj med jedrnim omrežjem in IT-jem. Rešitev na platformi DigitalRoute omogoča poleg konfiguracije na nivoju rešitve tudi vpogled in prilagoditve konfiguracije na nivoju njihovega skriptnega jezika, medtem ko Policy Manager omogoča le konfiguracijo na nivoju rešitve.

Na podlagi ugotovitev bi bila funkcionalna nadgradnja lažja, cenejša in bi omogočala hitrejše prilagoditve za spremembe v prihodnosti z izborom rešitve service control.

#### 6.4.2 Analiza slabosti sistemov za preprečevanje šoka ob visokem računu

Tako kot ima povezan način delovanja prednosti v tem, da dobimo informacije o porabi takoj, ko se zgodijo, ima tudi slabosti, ko gre kaj narobe. V tem delu bom analiziral, kolikšne so izgube pri treh najpogostejših težavah, ki jih lahko imamo pri povezanem načinu delovanja, in kakšen je vpliv na končnega uporabnika. Te težave so:

- izpad mrežne povezave med aplikacijo in GGSN-om;
- izpad delovanja aplikacije;

- 30-odstotna preobremenjenost končnih točk.

Pri preobremenjenosti končnih točk mislim na dogodke, ko sočasno pride preveliko število sporočil in se zaradi nezmožnosti zajema določen procent teh sporočil izgubi. 30 % sem dal kot neko nominalno vrednost, da dodatno ne zapletam primerjave. V analizo sta vključena tudi dva scenarija. Prvi je, ko uporabnik prekorači svoje zakupljene kvote med težavami sistema. Predpostavljamo, da je takšnih primerov okvirno 30 %. Pri drugem scenariju pa uporabnik med izpadom ali preobremenjenostjo ne prekorači zakupljene količine mobilnega interneta. Teh primerov je preostalih 70 %.

	Izgube ob prekoračitvi kvote	Izgube brez prekoračitve kvote
Izpad mrežne povezave med aplikacijo in GGSN	100 %	100 %
Izpad delovanja aplikacije	100 %	100 %
30-odstotna preobremenjenost končnih točk (diameter)	30 %	30 %

Tabela 6.2: Prikaz izgub ob najpogostejših težavah

Iz Tabele 6.2 vidimo, da je v primeru takšnih težav ves promet izgubljen. Za lažje razumevanje, kakšen vpliv imajo te izgube na operaterja in uporabnika, pogledimo to na konkretnem primeru.

Vzemimo za primer srednjega mobilnega operaterja v Sloveniji s 600.000 uporabniki. Ob predpostavki, da je v povprečju za šestino uporabnikov živih sej s povprečno hitrostjo 5 Kb/s, to nanese na 500.000 Kb/s prometa, kar je približno 60 MB/s. Od sistema lahko realno pričakujemo 99,99-odstotno povezanost in delovaje. Če to pretvorimo v čas, nanese približno 1 uro. Iz tega sledi, da na leto ne preštejemo približno 216.000 MB ali 210 GB prometa. Dejstvo, ki ga je treba upoštevati, je, da ta promet ni preštet samo na sistemu za preprečevanje šoka ob visokem računu. Sistem za zaračunavanje na drugi strani te podatke prešteje in po možnosti tudi zaračuna. Po trenutni ceni mobilnega interneta, ki znaša 50 centov na MB, to nanese na 108.000 evrov na leto. Ta številka je seveda najslabši možni scenarij, vendar ne odstopa tako daleč od resnice. Tu je treba razumeti, da uporabniki niso zavestno prekoračili svojih kvot in dodatnega zaračunavanja ne sprejmejo z radostjo. To vodi v nezadovoljstvo strank in v slab sloves ponudnika storitev, čeprav se načeloma takšni stroški odpišejo.

## **Poglavje 7      Predlog funkcionalne nadgradnje**

Moj predlog za funkcionalno izboljšavo se nanaša na način zajema informacij pri sistemu za preprečevanje šoka ob visokem računu, bodisi na rešitvi, ki jo ponuja DigitalRoute, bodisi na rešitvi, ki jo nudi Openet. V osnovi uporaba informacij, pridobljenih samo s strani CDR-jev, ni zadostna za spremljanje porabe v realnem času, kot je to razvidno iz analize problema. Podatki nastanejo po opravljenem prometu in če bi uporabljali samo te informacije, števec prometa ne bi bil nikoli točen. Po drugi strani pa ima izključno povezan sistem tudi slabost, saj so ob primeru težav pri komunikaciji informacije izgubljene. Moj predlog izboljšave je, da bi se uporabilo obe vrsti informacij. S tem bi zagotovili najbolj natančno stanje števca porabe prometa in omilili slabost izključno povezanega sistema.

Pri analizi funkcionalne izboljšave se bomo držali smernic, zadanih v prejšnji analizi. Opravili bomo enake primerjave in na podlagi rezultatov izmerili izboljšavo v natančnosti štetja.

### **7.1      Tehnični opis predloga**

Komunikacija preko protokola diameter je ključnega pomena za pravilno delovanje sistema in tudi optimalno oblikovana, zato v ta del logike ne bi posegali. Moj predlog je, da se z uporabo CDR-jev ustvari sekundarno bilanco stanja, ločeno od diametera, in se s tem zagotovi zajem porabe tudi v primeru težav na povezavi z diameterom. Za zajem informacije bi se uporabili CDR-ji v surovi obliki, saj bi s tem prihranili čas in ohranili natančnost ne-združenih zapisov. To bi zagotovili z neposredno povezavo na prehod GTPP. Evidenca porabe, shranjena v bazi, bi se vodila za vsako sejo posebej, saj bi s tem zagotovili možnost usklajevanja porabe ob težavah na diameter povezavi. Samo logiko sistema bi bilo treba prilagoditi, da stalno spremlja obe stanji porabe in ju primerja med seboj. Ko sistem ugotovi, da je sekundarna bilanca večja od primarne, začne do končane seje upoštevati izključno sekundarno. Ko se seja zaključi, sistem nadomesti podatke o tej seji v primarni bilanci s podatki iz sekundarne bilance. To sicer pomeni, da za čas te seje podatki ne bodo čisto realni, vendar s tem zagotovimo, da ne bomo izgubili nič opravljenega prometa. S tem bi tudi zagotovili, da bi sistem za preprečevanje šoka ob visokem računu in sistem za zaračunavanje imela enake informacije o porabi.

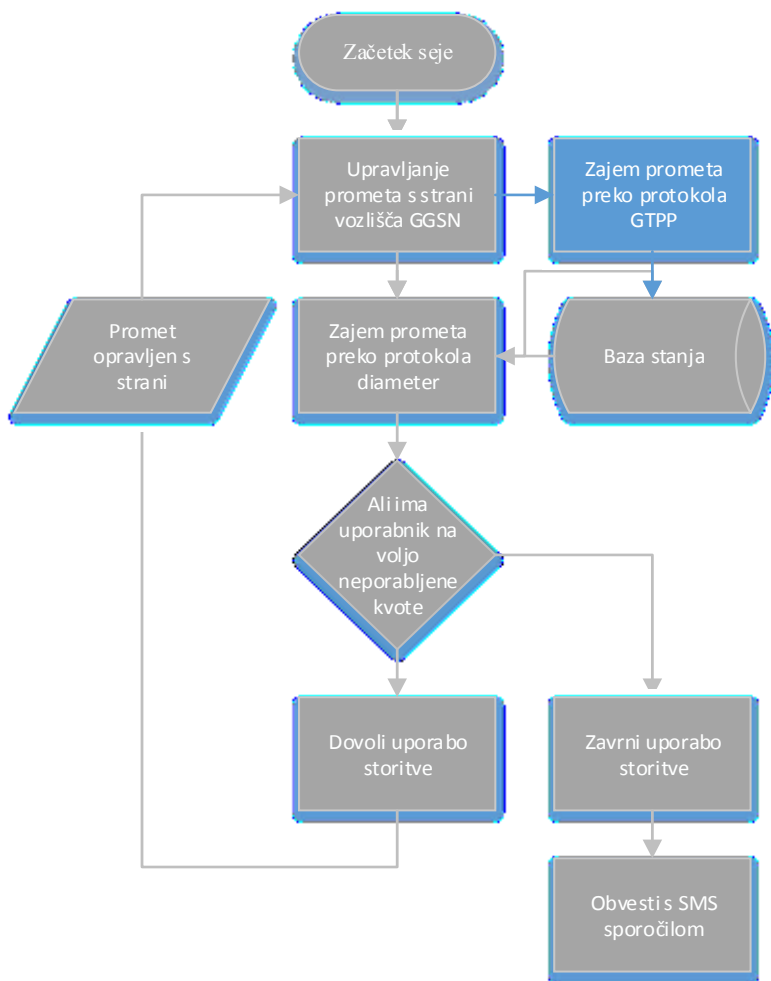


Diagram 7.1: Prikaz razširjene poslovne logike sistema

## 7.2 Analiza funkcionalne izboljšave

Da bi lahko ugotovili, kaj smo pridobili s to funkcionalno nadgradnjo, je najbolje, da vzamemo okvirje, definirane pri analizi slabosti sistemov za preprečevanje šoka ob visokem računu, in jih apliciramo na dano izboljšavo. Ker to delo ne vključuje aplikacije z implementirano izboljšavo, je primerjava podana zgolj s teoretično analizo rešitve. Dvomim, da bi dejanske vrednosti odstopale od predvidenih.

	Izgube ob prekoračitvi kvote	Izgube brez prekoračitve kvote
Izpad mrežne povezave med aplikacijo in GGSN	NA	0 %
Izpad delovanja aplikacije	NA	0 %
30-odstotna preobremenjenost končnih točk (diameter)	DELNE	0 %

Tabela 7.1: Prikaz izgub ob najpogostejših težavah rešitve

Ko pogledamo rezultate, ko uporabnik med predvidenimi težavami ne prekorači zakupljenih količin, so rezultati jasni. Tu ne bi smelo priti do nikakršnih izgub pri prikazu porabe in obveščanju uporabnikov, prišlo bi le do zamika točnosti informacije med samimi težavami oz. do prekinitve seje. Ko bi uporabnik po prej navedenih težavah dosegel limit zakupljenih količin, bi povezava morala biti pravočasno ustavljena ali uporabnik opozorjen. V primeru, ko se kvota prekorači med samimi težavami z zajemom podatkov z diametra, pa je kvantifikacija izboljšav bolj komplicirana. Zaradi množice različnih primerov, ki se lahko zgodijo, lahko posamično ocenimo izgubo informacij, ne moremo pa posplošiti na konkretno številko.

Ko pride do izpada mrežne povezave, predpostavljamo, da sistem ne more prejemati nobenih informacij ne z diametra ne preko CDR-jev. Enako velja med izpadom delovanja aplikacije. Pri preobremenjenosti končnih točk pa sistem še vedno redno prejema informacije iz CDR-jev. Pri prvih dveh primerih bi ob vzpostavitvi pravilnega delovanja, po tem, ko bi se zakasnel promet iz CDR-jev naložil, števec imel pravilno stanje, vendar bi bila škoda že narejena, saj bi bil uporabnik prepozno opozorjen na prekoračitev. V najboljšem primeru bi zmanjšali prekoračeno količino, saj bi brez informacij iz CDR-jev sistem še vedno mislil, da ima uporabnik neporabljene kvote. Pri primeru preobremenjenosti bi bil uporabnik obveščen z zakasnitvijo, ki jo ima proces CDR-jev. Ta pa je čisto odvisna od konfiguracije intervalov ustvarjanja le-teh. Na podlagi teh dejstev lahko predpostavimo, da bi sistem deloval bolje v nekaterih primerih.

Pri izračunu stroškov potem takem lahko uporabimo le podatke iz tretjega stolpca, izgube iz drugega stolpca pa vzamemo kot 100 %. Pri analizi sistemov, ki delujejo izključno v povezanem načinu, smo naračunali teoretični strošek oz. izgubo operaterja 108.000 evrov na leto. Pri analizi nadgradnje smo ugotovili, da se ta strošek zmanjša za 70 %, kar nanese na 75.600 evrov manj na leto. Ne samo, da bi s tem prihranili na stroških reklamacij, zagotovili bi tudi boljšo uporabniško izkušnjo in s tem imeli zadovoljnejše uporabnike in boljši ugled.



## **Poglavje 8      Zaključek**

Mobilni internet se je izkazal, da ni muha enodnevnica, ampak postaja glavni fokus ponudnikov mobilnih storitev, saj so storitve, kot so klici in kratka sporočila, postale nekaj samoumevnega in jih v večini primerov dobimo v neomejenih količinah. Z napredkom v tehnologiji postaja vse bolj konkurenčen žični inštalacijski in s prihodom tehnologije LTE hitrostno prekaša klasičen priključek ADSL. Kar nekaj mojih znancev je že zamenjalo žični dostop za mobilnega, saj jim omogoča višje hitrosti. Tudi trend rasti prodaje pametnih mobilnih aparatov kaže na vse večjo pomembnost mobilnega interneta. Zaradi takšnega poudarka na to storitev je še posebej pomembna njena kvaliteta. Eden izmed glavnih faktorjev kvalitete, poleg hitrosti in pokritosti, je pravilen prikaz porabe in pravočasno obveščanje o njej. Rešitve, ki so danes na trgu, nudijo ogromen nabor funkcij za nadzor, kontrolo in usmerjanje prometa, vendar moje mnenje ostaja nespremenjeno. Brez kvalitetnega sprotnega spremljanja porabe mobilnega interneta ostale funkcije teh števec nimajo pravega pomena. Moj predlog v teoriji močno izboljša kvaliteto informacij o porabi, kadar pride do nepredvidenih težav, zato verjamem, da bodo ti sistemi v prihodnosti nudili predlagano izboljšavo kot del osnovne rešitve.





## Seznam slik

Slika 2.1: Predstava, ki jo vidimo ob ideji mobilnega interneta.....	3
Slika 3.1: Arhitektura omrežja.....	8
Slika 3.2: Opis glave sporočila diameter .....	15
Slika 3.3: Opis polja AVP .....	17



## Seznam tabel

Tabela 3.1: Polja paketa CDR .....	12
Tabela 3.2: Opis sporočila diameter .....	19
Tabela 6.1: Primerjava zahtev za funkcionalno nadgradnjo.....	29
Tabela 6.2: Prikaz izgub ob najpogostejših težavah.....	30
Tabela 7.1: Prikaz izgub ob najpogostejših težavah rešitve .....	33



## Seznam diagramov

Diagram 6.1: Primer komunikacije ob seji mobilnega interneta .....	26
Diagram 6.2: Prikaz poslovne logike trenutnih sistemov .....	27
Diagram 7.1: Prikaz razširjene poslovne logike sistema .....	32



## Literatura

- [1] H. Kaaranen, S. Naghian, L. Laitinen, A. Ahtiainen, V. Niemi, UMTS Networks\_ Architecture, Mobility and Services: John Wiley & Sons, 2001.
- [2] K. Brody, T. Vasen, Data Mediation and Service Control for Dummies: : John Wiley & Sons. 2014.
- [3] Cisco ASR 5000 Series AAA and GTPP Interface Administration and Reference. (2014). [Online]. Dosegljivo na: [http://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/wireless/asr\\_5000/12\\_2/OL-25593\\_AAA\\_Ref2.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/wireless/asr_5000/12_2/OL-25593_AAA_Ref2.pdf)
- [4] Telecom Billing Tutorial. (2014). [Online]. Dosegljivo na <http://www.tutorialspoint.com/telecom-billing/>
- [5] What is the difference between 2G, 3G, 4G, mobile networks? (2014). UniverCell [Online]. Dosegljivo na: <https://www.facebook.com/notes/univercell/what-is-the-difference-between-2g-3g-4g-mobile-networks/409844075722899>
- [6] Openet, Policy Manager. (2014). [Online]. Dosegljivo na: <http://www.openet.com/>